



(19) 中華民國智慧財產局

(12) 發明說明書公開本

(11) 公開編號：TW 201727331 A

(43) 公開日：中華民國 106 (2017) 年 08 月 01 日

(21) 申請案號：105132788 (22) 申請日：中華民國 105 (2016) 年 10 月 11 日

(51) Int. Cl. : **G02F1/1335 (2006.01)** **G09G3/36 (2006.01)**

(30) 優先權：2015/10/12 美國 62/240,011
2016/02/24 美國 15/052,434

(71) 申請人：哈尼威爾國際公司 (美國) HONEYWELL INTERNATIONAL INC. (US)
美國

(72) 發明人：海姆 維多利亞 P HAIM, VICTORIA P. (US)；海姆 史蒂芬 HAIM, STEVEN
(US)；海姆 艾莉亞 S HAIM, ELIAS S. (US)；威摩 理查 WEIMER, RICHARD
(US)

(74) 代理人：陳長文

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：12 項 圖式數：8 共 23 頁

(54) 名稱

用於液晶顯示器之改良可見度的方法

METHOD FOR IMPROVED VIEWABILITY OF LIQUID CRYSTAL DISPLAYS

(57) 摘要

具有一憑經驗判定、不可調整之顯示特性且具有顯示像素之一主動矩陣陣列之一液晶顯示器 (LCD) 的可見度係藉由基於該憑經驗判定、不可調整顯示特性來調整至顯示像素之該主動矩陣陣列的驅動電壓以獲得一預定觀視特性而改良。

The viewability of a liquid crystal display (LCD) having an empirically determined, non-adjustable display characteristic, and having an active matrix array of display pixels, is improved by adjusting drive voltages to the active matrix array of display pixels based on the empirically determined, non-adjustable display characteristic to attain a predetermined viewing characteristic.

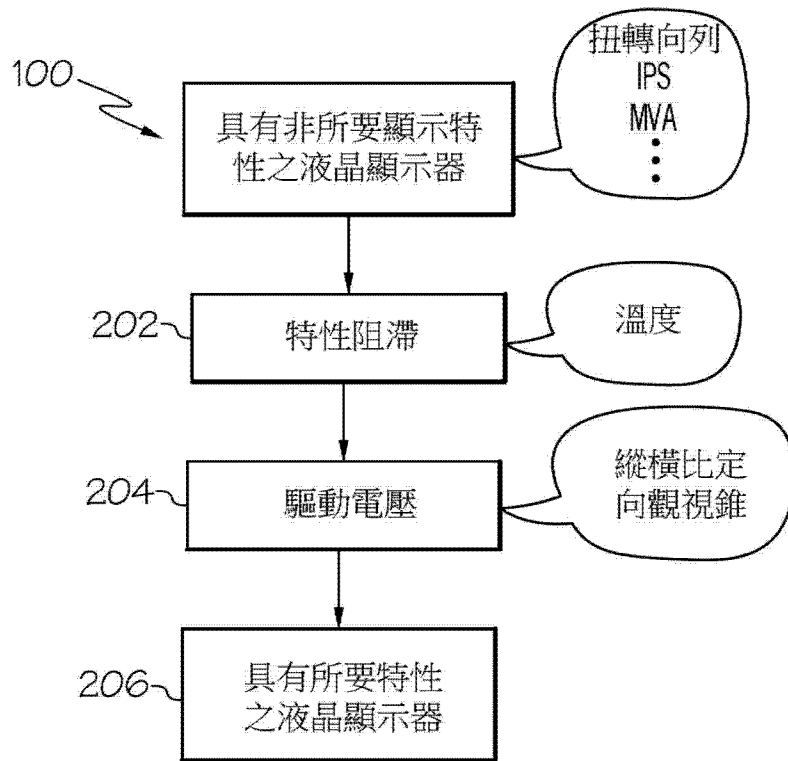
指定代表圖：

符號簡單說明：

100 . . . 液晶顯示器
(LCD)202 . . . 阻滯(特性
阻滯)

204 . . . 驅動電壓

206 . . . 特性



【圖2】



201727331

申請日: 105/10/11

IPC分類: **G02F 1/1335** (2006.01)
G09G 3/36 (2006.01)

【發明摘要】

【中文發明名稱】

用於液晶顯示器之改良可見度的方法

【英文發明名稱】

METHOD FOR IMPROVED VIEWABILITY OF LIQUID CRYSTAL DISPLAYS

【中文】

具有一憑經驗判定、不可調整之顯示特性且具有顯示像素之一主動矩陣陣列之一液晶顯示器(LCD)的可見度係藉由基於該憑經驗判定、不可調整顯示特性來調整至顯示像素之該主動矩陣陣列的驅動電壓以獲得一預定觀視特性而改良。

【英文】

The viewability of a liquid crystal display (LCD) having an empirically determined, non-adjustable display characteristic, and having an active matrix array of display pixels, is improved by adjusting drive voltages to the active matrix array of display pixels based on the empirically determined, non-adjustable display characteristic to attain a predetermined viewing characteristic.

【指定代表圖】

圖2

【代表圖之符號簡單說明】

- 100 液晶顯示器(LCD)
- 202 阻滯(特性阻滯)

204 驅動電壓

206 特性

【發明說明書】

【中文發明名稱】

用於液晶顯示器之改良可見度的方法

【英文發明名稱】

METHOD FOR IMPROVED VIEWABILITY OF LIQUID CRYSTAL DISPLAYS

【技術領域】

本發明通常係關於液晶顯示器(LCD)，且更特定言之係關於用於改良LCD之可見度之方法。

【先前技術】

市場中存在具有寬對高之特定縱橫比之許多不同顯示器，其等針對特定應用及經定義之光學性能予以設計。有時，可期望改變縱橫比或安裝，其繼而改變一終端使用者之觀視錐，同時維持相同光學性能。然而，在一項案例中，若LCD包含針對一特定縱橫比及安裝所設計之一寬觀視補償膜，則會引發問題。

當改變針對一扭轉向列(TN) LCD之寬觀視補償膜時，可發生上文所描述之問題之一特定案例。此改變可涉及特定參數(諸如膜阻滯及傾斜角)之修改，且藉此影響在針對終端使用者偏好之觀視錐內之視覺性能。明確言之，更有利於水平觀視而非垂直觀視，或反之亦然。若已針對水平觀視最佳化顯示器，則歸因於在低灰色位準處及在關斷狀態中之光洩露，可發生在垂直觀視方向之光學性能之損失，且反之亦然。

不出所料，大部分當前顯示器市場趨於朝向具有改良之水平觀視之更寬螢幕。因此，針對垂直觀視情況，在低灰色位準處之色彩偏移、反轉

及較低偏軸對比度並不常見。此在其中設計眼點係在顯示器上方的特定應用(諸如航空電子應用)中係一問題。暗色或關斷狀態之色彩偏移可導致在特定角度處之一淡藍色或有時淡紅色背景，以及在該等低灰色位準處之反轉及色彩偏移，其會不利於視訊之使用及由許多航空電子顯示器使用者所要之廣泛流行合成視覺功能性。

因此，需要一可靠又方便方法以藉由考量一或多個關鍵LCD參數而調整針對垂直最佳化或水平最佳化之性能參數。一些應用將需要或至少受益於針對不同設備類型或即時顯示器定向改變之更多動態觀視錐。方法亦可經開發以供此等獨特情形。所提出之解決方案考量可接受之航空電子顯示器所需要之數個性能參數，但該等解決方案亦適用於其他顯示器實施方案。

【發明內容】

此[發明內容]經提供以依一簡化形式描述在[實施方式]中進一步描述之所選擇之概念。此[發明內容]不意欲識別所主張之標的之關鍵或必要特徵，亦不意欲用作判定所主張標的之範疇之一幫助。

在一項實施例中，一種改良具有一憑經驗判定、不可調整顯示特性且具有顯示像素之一主動矩陣陣列之一液晶顯示器(LCD)之可見度之方法，其包含基於該憑經驗判定、不可調整之顯示特性來調整至顯示像素之該主動矩陣陣列的驅動電壓以獲得一預定觀視特性。

在另一實施例中，一種改良具有一特性阻滯且具有顯示像素之一主動矩陣陣列之一液晶顯示器(LCD)之可見度之方法，其包含基於該特性阻滯來調整至顯示像素之該主動矩陣陣列的驅動電壓以最小化在該等顯示像素之低灰色位準或全關斷狀態下之光洩露。

在又一實施例中，一種形成具有一特性阻滯且具有顯示像素之一主動矩陣陣列之一液晶顯示器(LCD)之可見度之方法，其包含：感測至少表示LCD之至少一部分之一溫度；及基於該特性阻滯及該經感測溫度來調整至顯示像素之該主動矩陣陣列的驅動電壓以最小化在該等顯示像素之低灰色位準或全關斷狀態下之光洩露。

此外，方法之其他所要特徵及特性將自隨後詳細描述及附屬申請專利範圍結合隨附圖式及先前技術而變得顯而易見。

【圖式簡單說明】

將在下文中結合以下圖式來描述本發明，其中相同元件符號表示相同元件，且其中：

圖1描繪一液晶顯示器(LCD)裝置之一項實例之一功能方塊圖；

圖2示意性地描繪用於改良特定LCD之可見度之一方法；

圖3以圖形方式描繪如何隨非所要光洩露移位其之伽瑪曲線(gamma curve)返回朝向展現所要特性之一LCD之伽瑪曲線而減小一LCD之光學關斷驅動電壓；

圖4及圖5分別以圖形方式描繪在驅動電壓校正之前及之後之一LCD的對比度性能；

圖6及圖7分別以圖形方式描繪對針對具有一第一單元間隙及一第二單元間隙之一LCD組態之回應時間的影響；

圖8描繪在預定觀視特性之選擇中之感測構件的使用。

【實施方式】

相關申請案的交叉參考

本申請案主張2015年10月12日申請之美國臨時專利申請案第

62/240,011號之權利，該案係以引用方式併入本文中。

以下詳細描述本質上僅係例示性的，且並不意欲限制本文所揭示之應用及使用。如本文中所使用，字詞「例示性」意謂充當一實例、案例或圖解說明。因此，在本文中描述為「例示性」之實施例並不一定解釋為佳於或優於其他實施例。本文中描述之全部實施例為例示性實施例，其等經提供以使熟習此項技術者能夠製造或使用本發明，且並不限制由申請專利範圍定義之本發明的範疇。此外，不意欲受[技術領域]、[先前技術]、[發明內容]或以下[實施方式]中呈現之任何所表達或隱含的理論約束。

參考圖1，描繪一液晶顯示器(LCD) 100之一項實施例之一簡化橫截面側視圖，且LCD 100包含一背光燈102、一LCD面板104、複數個顯示元件(像素) 105及顯示器驅動電路106。可經各種組態及實施的背光燈102產生光108。光108穿過顯示元件105且照明在LCD面板104上產生的影像，以供一使用者110觀視。

顯示元件105係建立於LCD面板104之基板114上，且接著被組裝至一第二基板116。液晶層112係安置於第一顯示層114與第二顯示層116之間，且可為液晶組態之多種類型中之任一者。在一特定實施例中，液晶層112包括扭轉向列(TN)液晶。LCD面板104外層包括一第一偏振器118及一第二偏振器122。如普遍已知，LCD面板104及背光燈102通常係在LCD 100內之子總成。

第一顯示層114及第二顯示層116係安置於第一偏振器118及第二偏振器122之間，且係由透明層(諸如(例如)玻璃或塑膠之透明層)形成。在一些實施例中，第一顯示層114及第二顯示層116可具有經形成於其上之色彩濾光器元件(例如，紅、綠及藍)及/或薄膜電晶體(TFT)及相關聯電極(例

如，顯示像素電極)。應注意，除偏振入射光外，第一偏振器118及第二偏振器122之一或兩者亦可包含補償膜，諸如一寬觀視補償膜。

驅動電路106經耦合至顯示元件105且經組態以將驅動電壓供應至第一顯示層114及第二顯示層116，以藉此在LCD 100上顯示影像。例如，在一典型TN LCD中，當將低驅動電壓施加至第一顯示層114及第二顯示層116或不施加驅動電壓時，液晶將其等自身配置成一螺旋狀或扭轉結構。此隨偏振光108穿過液晶層112而引發偏振光108之旋轉，且裝置呈現灰色或白色。若該等驅動電壓足夠大，則該等液晶「未扭轉」，且偏振光108隨其穿過液晶層112並未旋轉。因此，光將由第二偏振器122吸收，且像素將呈現黑色。藉由控制跨各像素中之液晶層112施加的電壓，可容許光以不同含量穿過，因此構成灰色之不同位準。

在一些實施例中，驅動電路106可與一記憶體124可操作地通信。記憶體124 (若包含)可具有經儲存於其中之複數個預定驅動電壓。下文進一步描述此等預定驅動電壓之目的及使用。

記住上述先前技術，且現轉至圖2，已知LCD (諸如在圖1中所描繪者)展現稱為一阻滯，或特性阻滯。如本文中所使用，術語「特性阻滯」係指表示單元間隙(d)與雙折射率(Δn)之乘積的參數或度量，其中單元間隙係雙折射率液晶層112的厚度。一旦製造LCD面板104，則其面板之特性阻滯可憑經驗量測或以其他方式判定，且不易於可調整。如[先前技術]段落中所述，當使用不同於其中補償膜經最佳化之標稱設計的單元間隙、阻滯值、顯示器縱橫比或一觀視錐來實施寬觀視補償膜時，包含一寬觀視補償膜之一LCD 100 (屬於LCD技術之各種類型)可展現非所要光學特性 (諸如，非所要光洩露)。如本文中所使用，觀視錐係指自使用者110看見

顯示器表面之任何部分之觀視角度的範圍。

藉由特性化(例如，量測或計算)各種驅動電壓對針對LCD 100之阻滯(或特性阻滯)202的影響，可減小或消除光洩露。特定言之，基於LCD 100之電壓對阻滯(或特性阻滯)特性，可最佳化對RGB子像素之光學關斷電壓204以限制光洩露或消除，且藉此提供具有所要特性206之一LCD 100。更明確言之，此可藉由修改驅動黑暗狀態所需的類比電壓，以及修改可能其他低灰色位準狀態來完成。圖3中描繪此之一項實例，其中通常稱為一回應曲線或伽瑪曲線的曲線304展現隨灰色位準接近零時的非漸近行為。在此實例中，描繪一特定正常白(NW) LCD模式的回應，減小灰色位準設定對應於增加施加至LCD 100的驅動電壓。限制或減小LCD 100之光學關斷驅動電壓以避免伽瑪曲線304之非漸近行為部分(在曲線304中之局部最小之右側的部分)實質上消除光洩露，從而有效地將其之伽瑪曲線304移位返回朝向展現具有在y軸上以最小照明度描繪之偏光驅動設定之所要特性(例如，少量或無光洩露)302之一LCD的伽瑪曲線。

應瞭解可在該等RGB子像素之一、二或所有三者之上實施將驅動電壓減小低於藉由驅動器規格定義之全部類比範圍。方法可用以最小化在針對應用之設計眼(即，標稱)位置與以展示最色彩偏移之觀視錐之角度(通常高垂直角度)之間之關斷狀態或低灰色位準之色彩分離。用以最佳化性能之另一案例係尋找在低RGB灰色位準處之照明度反轉點。此外，應瞭解可作出取捨以匹配顯示器性能以適合觀視包絡需求。一旦發現經最佳化之驅動電壓，則其可較佳地儲存於記憶體124中，且在命令針對關斷狀態或低灰色位準陰影之RGB驅動電壓的控制電路106中使用。

除上述之外，針對一特定液晶材料，有效阻滯特性通常亦以一一致

方式隨溫度而改變，此通常為熟習此項技術者所知。因此，如圖2亦描繪，方法亦用以解決歸因於寬觀視補償效率隨溫度之改變。特定言之，已展示以緩解光洩露之經最佳化之驅動電壓亦隨溫度而偏移。此外，取決於顯示器定向(例如，垂直對水平)，可針對彼定向使用經最佳化之驅動電壓來最佳化LCD。其後，若改變顯示器之定向，則可經由(例如)一加速度計或多種其他機械或電感測裝置之任一者偵測此改變，且該等驅動電壓可及時更新。

如對上文所稍微提到，針對LCD面板104之最佳RGB驅動電壓依據單元間隙(d)而變化。因而，若需要或所欲，可藉由基於對具有一或多個給定寬觀視補償膜之各種單元間隙之模組收集的憑經驗資料而導出之查找表來延伸本文中描述之方法。已導出查找表，可接著將與LCD面板104之單元間隙(d)相關聯之經最佳化之驅動電壓程式化至記憶體124中。運用此能力，無需進一步校準。一系統整合者或終端使用者全部所需將係單元間隙或相關阻滯參數或特性。在圖2之方法之一項實施例中，基於一LCD面板之特性阻滯而針對彼面板104預選在204中之驅動電壓且將所預選驅動電壓經程式化至記憶體124中。在另一實施例中，一更寬驅動電壓組經程式化至記憶體124中，且LCD面板104之特性阻滯用作為一索引以供選擇待施加至其面板之該等驅動電壓。

自先前段落應瞭解，若已特性化在針對關斷狀態之經最佳化之RGB電壓之間的關係，則可自一完成之LCD面板或顯示器系統之直接光度計量測憑經驗判定單元間隙。

在使用特性阻滯以建立或編索引經程式化至記憶體124中之驅動電壓之前，可將阻滯且特定言之雙折射率 Δn 之溫度相依性直接併入至特性阻

滯中。替代性地，經程式化至記憶體124中之一組驅動電壓可經延伸以包含涵蓋一溫度範圍之電壓。在任一情況中，一關鍵區別係自基於多個LCD模組之集體分析的查找表或公式提取該組驅動電壓，而隨後基於憑經驗判定之一特定LCD面板之特性阻滯而自先前結果選擇針對彼面板之實際驅動電壓。

此方法之目標係獲得一預定及所欲觀視特性或性能，如圖2之步驟206中所展示。方法可延伸以涵蓋多組觀視特性。一個此延伸係基於一LCD面板804之定向(諸如圖8中所描繪之一者)之預定觀視特性的選擇。如上文提及，可使用諸如(例如)一或多個加速度計之感測裝置830之多種類型的任一者來偵測LCD面板804的定向，且針對多個定向之該等驅動電壓可被程式化至記憶體124中(圖8中未展示)。定向變化可(例如)涉及在針對一觀視者810之所欲觀視錐中之一變化。當基於經驅動之LCD面板的特性阻滯來判定、選擇或以其他方式調整待施加之該等驅動電壓時，操作係與圖2的方法一致。

圖8中亦展示將方法施加至多組觀視特性之又一實施例。在此實施例中，一或多個追蹤單元832用作為感測構件，以藉由(例如)監測沿定向軸834之一觀看者810的位置及相對於LCD面板804的位置來偵測較佳之觀視錐的位置或定向。當觀視錐經識別時，特性阻滯將用以選擇改良一或多個預定觀視特性(諸如在觀視錐內之對比度)的驅動電壓。此外，基於憑經驗判定的特性阻滯來選擇針對與經追蹤組態相關聯之對應經預定觀視特性的驅動電壓，而無需廣泛之LCD面板特定校準。

應注意，如本文中所描述，最佳化LCD面板104之光學關斷驅動電壓可顯著改良LCD 100之色彩性能。然而，存在與其相關聯之特定取舍。特

定言之，可存在對對比度性能(例如，黑色狀態可較亮)及對回應時間之一略微不利影響。對比度及回應時間參數兩者皆依據包含單元間隙之許多變數而變化。針對一給定單元間隙，上文描述其與阻滯之關係。圖4及圖5中以圖形方式描繪對對比度性能之影響，其在驅動電壓校正之前及之後以關鍵觀視角度分別描繪對比度性能。在圖4中，在一些偏軸角度處的對比度係高的，且當減小光學關斷電壓時該對比度變小，如圖5中所展示。圖6及圖7中展示對回應時間之影響，其分別描繪針對一給定LCD雙折射率且具有自430nm及390nm之單元阻滯的上升回應時間及下降回應時間。430 nm阻滯LCD顯示器之單元間隙(d)的增加會增加回應時間。就可使用此方法來定址單元間隙(d)設計及製造容限而言，此等取捨被列入考慮。

儘管已主要就一TN LCD面板且相對於特定預定觀視特性來描述本發明方法，然而可將方法應用於至隨LCD面板之特性阻滯而變化的多種LCD組態及預定觀視特性。

在此文件中，諸如「第一」與「第二」及類似物之關係術語可僅用於區分一實體或動作與另一實體或動作，而不一定需要或暗示此等實體或動作之間的任何此實際關係或順序。數值敘述(諸如「第一」、「第二」、「第三」等等簡單地表示一複數個之不同單數，且其並非暗示任何順序或序列，除非由請求項語言明確定義。在請求項之任一項中之文字的序列並非暗示程序步驟必須根據此序列以一時間或邏輯順序執行，除非由請求項之語言明確定義。該等程序步驟可以任何順序互換而不脫離本發明之範疇，只要此一互換並不衝突請求項語言且邏輯上無意義。

此外，取決於內容脈絡，用於描述在不同元件之間之一關係的詞(諸如「連接」或「經耦合至」)並不暗示必須在此等元件之間形成一直接實

體連接。例如，兩個元件可係透過一或多個額外元件彼此實體連接、電連接、邏輯連接或以任何其他方式連接。

儘管在前述詳細描述中已呈現至少一項例示性實施例，然應瞭解存在大量變動。應瞭解例示性實施例或該等例示性實施例僅為實例，且不旨在以任何方式限制本發明之範疇、應用性或組態。確切而言，前述詳細描述將為熟習此項技術者提供一方便途徑，以供實施本發明之一例示性實施例。應瞭解可在不脫離本發明之範疇的情況下，使在一例示性實施例中描述的功能及配置發生各種變化。

【符號說明】

100	液晶顯示器(LCD)
102	背光燈
104	LCD面板
105	顯示元件(像素)
106	驅動電路
108	偏振光
110	使用者
112	液晶層
114	第一顯示層
116	第二顯示層
118	第一偏振器
122	第二偏振器
202	阻滯
204	驅動電壓

206	特性
302	特性
304	伽瑪曲線
804	LCD面板
810	觀視者
830	感測裝置
832	追蹤單元
834	定向軸

【發明申請專利範圍】

【第1項】

一種改良具有一憑經驗判定、不可調整顯示特性之一液晶顯示器(LCD)之可見度之方法，該LCD具有顯示像素之一主動矩陣陣列，該方法包括以下步驟：

基於該憑經驗判定、不可調整顯示特性來調整至顯示像素之該主動矩陣陣列的驅動電壓以獲得一預定觀視特性。

【第2項】

如請求項1之方法，其中該憑經驗判定、不可調整顯示特性係特性阻滯。

【第3項】

如請求項1之方法，其中該憑經驗判定、不可調整顯示特性隨溫度改變，且其中該方法進一步包括：

感測至少表示該LCD之至少一部分之一溫度；及

另外基於該感測溫度來調整至該主動矩陣陣列之該等驅動電壓。

【第4項】

如請求項1之方法，其中：

該等驅動電壓經調整以最小化在該等顯示像素之低灰色位準及全關斷狀態處的光洩露；

在調整該等驅動電壓之前，藉由展現隨灰色位準電壓接近零時之非漸近行為之一伽瑪曲線(gamma curve)來至少部分地特性化該LCD；及

調整驅動電壓之步驟包括增加該等驅動電壓以避免該非漸近行為。

【第5項】

如請求項1之方法，其中該預定觀視特性係在一觀視錐內之對比度或色彩偏移之至少一者。

【第6項】

如請求項1之方法，其中：

該LCD具有一光學關斷狀態；及

該等驅動電壓經調整以防止該光學關斷狀態之清除，以藉此改良顯示對比度。

【第7項】

如請求項1之方法，其中該等驅動電壓經調整以最小化色彩偏移及灰色位準反轉。

【第8項】

如請求項1之方法，其中該等驅動電壓經調整以驅動用以顯示色彩之關斷像素，以藉此最小化色彩偏移及對比度減小。

【第9項】

如請求項1之方法，進一步包括：

將複數個驅動電壓儲存於一記憶體中；及

使用經儲存於該記憶體中之驅動電壓來調整至顯示像素之該主動矩陣陣列之該等驅動電壓。

【第10項】

如請求項1之方法，其中該預定觀視特性係選自基於經耦合至該LCD

之感測構件之一組預定觀視特性。

【第11項】

一種改良具有一特性阻滯之一液晶顯示器(LCD)之可見度之方法，該LCD具有顯示像素之一主動矩陣陣列，該方法包括以下步驟：

基於該特性阻滯來調整至顯示像素之該主動矩陣陣列的驅動電壓，以最小化在該等顯示像素之低灰色位準或全關斷狀態處的光洩露。

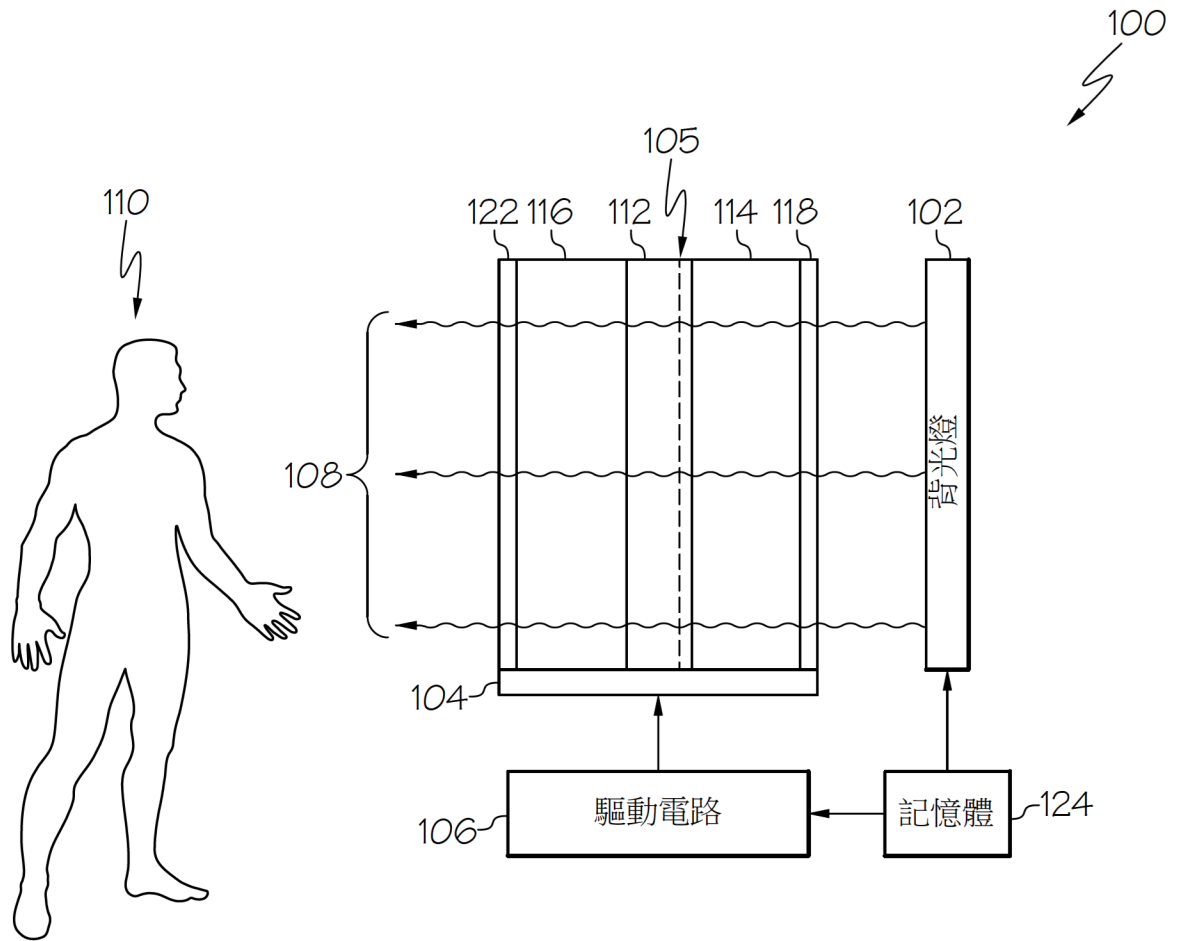
【第12項】

一種改良具有一特性阻滯之一液晶顯示器(LCD)之可見度之方法，該LCD具有顯示像素之一主動矩陣陣列，該方法包括以下步驟：

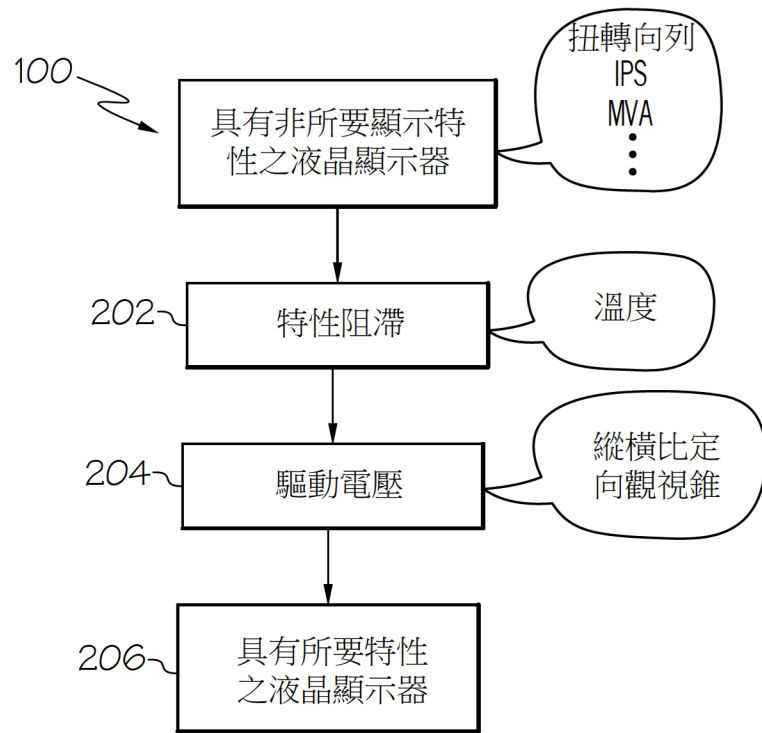
感測至少表示該LCD之至少一部分之一溫度；及

基於該特性阻滯及該經感測溫度來調整至顯示像素之該主動矩陣陣列的驅動電壓，以最小化在該等顯示像素之低灰色位準或全關斷狀態的光洩露。

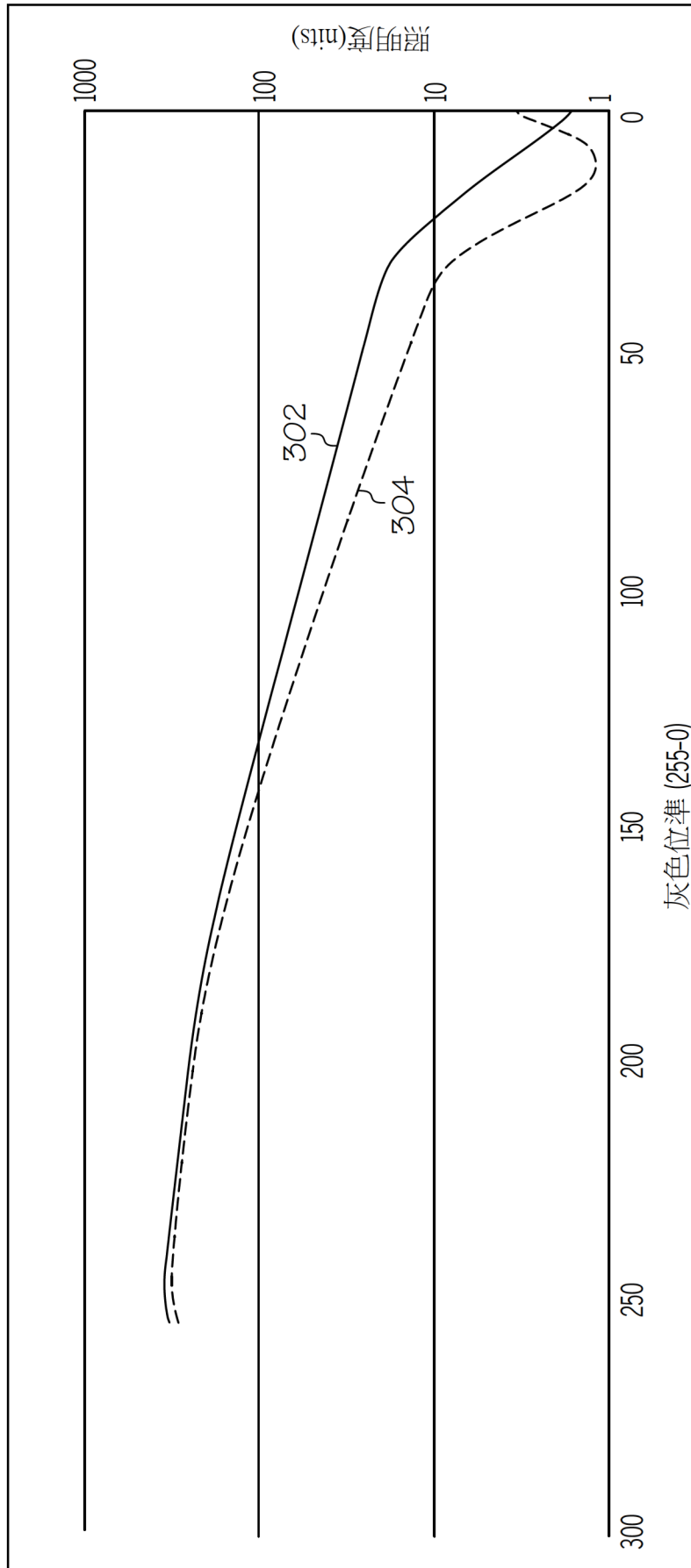
【發明圖式】



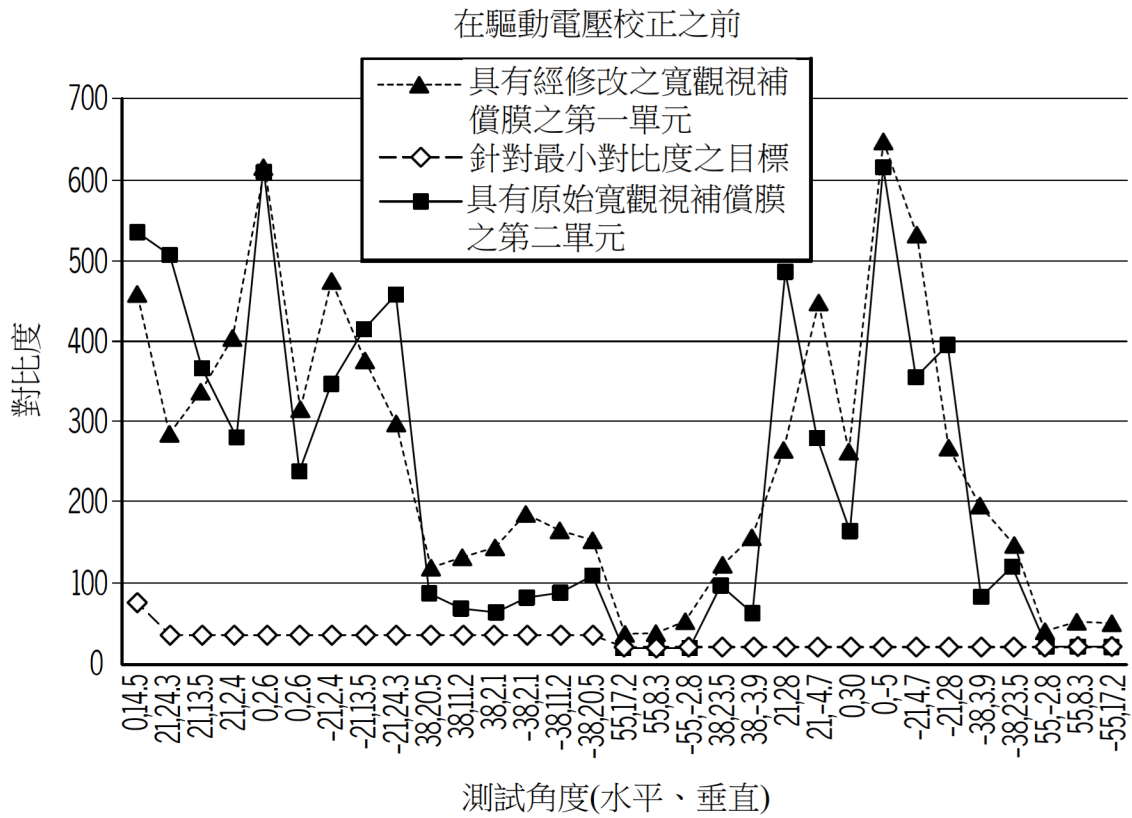
【圖1】



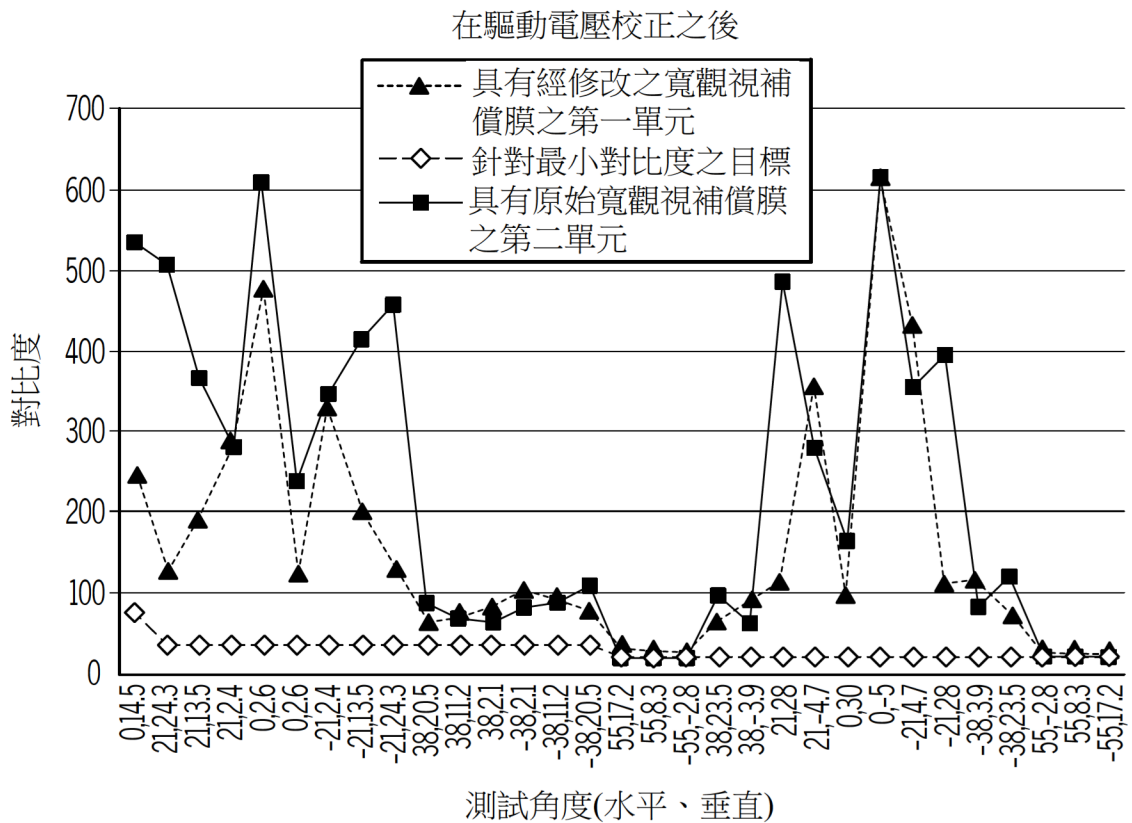
【圖2】



【圖3】



【圖4】



【圖5】

具有430nm之特性阻滯之顯示單元 (回應時間，單位為msec)								
起始	GL0	GL1	GL2	GL3	GL4	GL5	GL6	GL7
結束								
GL0		32.54	28.54	20.54	28.54	21.54	20.54	14.54
GL1	0.34		16.54	15.54	17.54	18.54	16.54	12.54
GL2	0.34	6.04		28.54	16.54	18.54	18.54	13.54
GL3	0.34	6.54	14.54		28.54	31.54	21.54	15.54
GL4	0.34	5.04	12.54	16.34		34.54	18.54	23.54
GL5	0.34	7.54	13.54	19.54	21.54		18.54	30.54
GL6	0.44	9.54	14.54	21.54	24.54	29.36		37.54
GL7	1.04	10.54	21.54	21.54	31.54	38.54	41.54	
	SPEC	具有偏差的光譜	結果		SPEC	具有偏差的光譜	結果	
平均下降	15.7	16.7	13.95	平均上升	16.7	16.7	21.55	
最大下降	25	35	41.54	最大上升	25	35	37.54	

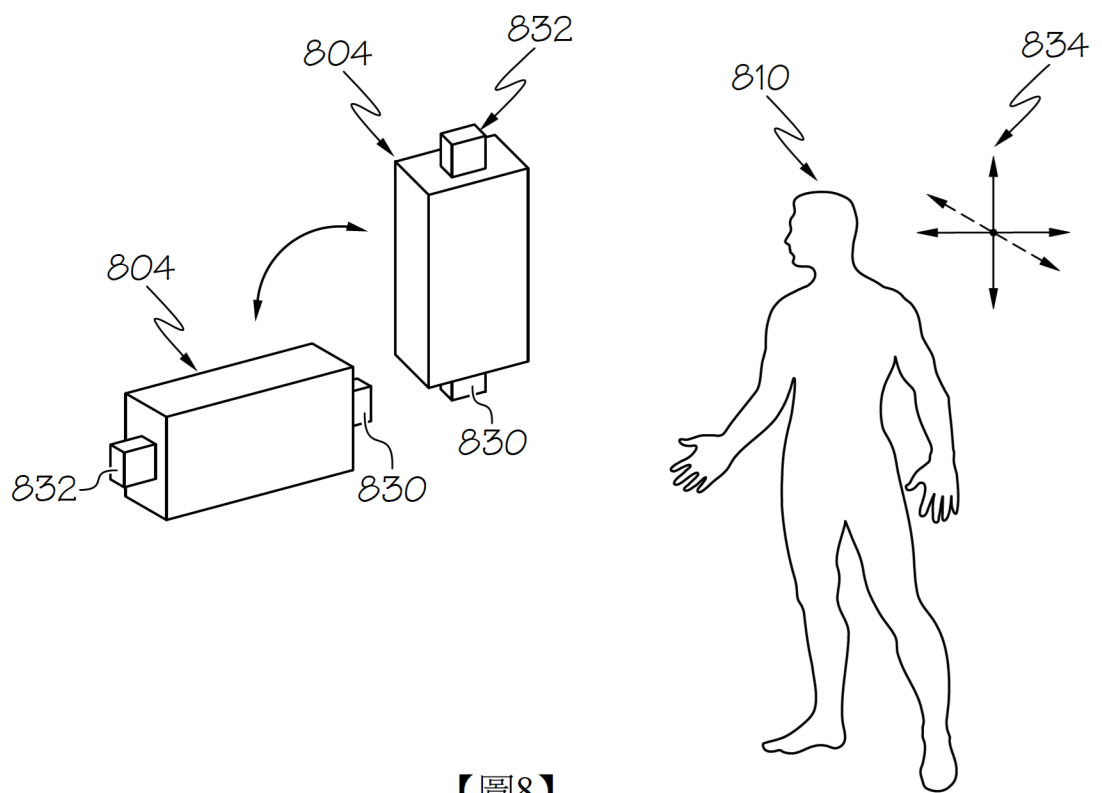
//// = 25msec < 回應時間 < 35msec
 \\\ = 35msec < 回應時間 < 45msec

【圖6】

具有392nm之特性阻滯之顯示單元 (回應時間，單位為msec)									
起 始	GL0	GL1	GL2	GL3	GL4	GL5	GL6	GL7	GL7
結 束									
GL0		16.84	16.64	28.54	16.54	16.54	16.64	15.54	15.54
GL1	1.04		9.54	17.04	15.54	16.54	15.54	11.54	11.54
GL2	0.34	1.04		24.54	16.54	30.54	16.74	13.54	13.54
GL3	0.54	5.54	12.54		26.54	16.54	16.54	20.54	20.54
GL4	1.04	5.04	13.04	15.04		32.54	30.54	8.54	8.54
GL5	1.34	6.54	11.54	16.54	18.54		10.04	9.04	9.04
GL6	1.54	6.54	14.04	28.54	23.54	28.54		28.54	28.54
GL7	2.04	9.04	16.54	22.54	22.54	24.54	30.54		
	SPEC	具有偏差的光譜	結果		SPEC	具有偏差的光譜	結果		
平均下降	16.7	16.7	12.15	平均上升	16.7	16.7	18.17		
最大下降	25	35	30.54	最大上升	25	35	32.54		

//// = 25msec < 回應時間 < 35msec
 \\\ = 35msec < 回應時間 < 45msec

【圖7】



【圖8】